

## Incidencia de alteraciones fisiológicas en postcosecha en cítricos ecológicos y convencionales

M.D. RAIGÓN<sup>1</sup>, A. DOMÍNGUEZ GENTO<sup>2</sup>, D. SOLER SANGÜESA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, 46010 Valencia; tf: 963877347; [mdraigon@qim.upv.es](mailto:mdraigon@qim.upv.es)

<sup>2</sup> Estació Experimental Agrària de Carcaixent, Pda. Barranquet, s/n, 46740 Carcaixent; tf: 962430400; e-mail: [esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es](mailto:esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es); [alfonsdgento@wol.es](mailto:alfonsdgento@wol.es)

### RESUMEN

Las prácticas abusivas de fertilización química, en concreto la nitrogenada, repercuten directamente sobre la calidad de las frutas y verduras, provocando la disminución de la cantidad de materia seca del alimento, porque éste asimila más agua, siendo el exceso de agua en el producto uno de los factores de más repercusión sobre la conservación de estos alimentos en postcosecha, debido a la mayor facilidad de pudrición que presentan.

Este trabajo pretende llevar a cabo un estudio sobre el efecto que los distintos métodos de producción (ecológica y convencional) tienen sobre la incidencia, en el desarrollo de determinadas alteraciones durante el período de postcosecha de frutos cítricos. Para ello se controló la aparición y evolución de las alteraciones fisiológicas de los frutos cítricos de las variedades Navelina y Newhall, durante 10 semanas, analizando la repercusión sobre la calidad en la conservación de los frutos. Los resultados indican que, por término medio, los frutos cítricos ecológicos son más resistentes a la incidencia de alteraciones durante el período de postcosecha.

*Palabras clave: alteraciones fisiológicas, postcosecha, calidad, citricultura ecológica.*

### INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica engloba todos los sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles, desde el punto de vista ambiental, social y económico, respetando las exigencias y capacidades naturales de las plantas, los animales y el paisaje (CAE-CV, 2000).

La calidad de los alimentos ecológicos ha sido valorada puntualmente mediante ensayos con animales, los cuales han sido alimentados con la misma dieta, pero diferenciando la procedencia. El resultado ha sido estadísticamente significativo, a favor de los animales con la dieta ecológica, tanto en el test de preferencia alimentaria como en parámetros de fertilidad y de resistencia a enfermedades ([www.criecv.fis.uji.es](http://www.criecv.fis.uji.es)).

Los cítricos forman parte del grupo de frutos más populares, desempeñando un papel importante en la alimentación ya que poseen multitud de propiedades beneficiosas (elevado contenido en vitamina C y antioxidantes) (WALJI, 1996). Por otra parte, se producen en gran cantidad en las zonas mediterráneas. Los frutos cítricos ecológicos ocupan el noveno lugar en cuanto a superficie de producción ecológica en el Estado español.

Algunos de los parámetros diferenciadores importantes, desde el punto de vista fisiológico, así como de la fertilización de la planta, que pueden afectar a la conservación del fruto, en general son:

- El contenido del agua; si el alimento posee un menor contenido en agua es más estable, al menos en las zonas de protección (epidermis o partes externas), ya que posee una mayor resistencia a las pudriciones, al crecimiento microbiano y a la producción de toxinas. Según Cerisola (1989), este porcentaje es menor en los alimentos ecológicos, frente a los productos convencionales.
- Una proporción de nutrientes desequilibrada puede provocar una menor capacidad defensiva. Es conocida la facilidad de ataque de patógenos debido a la acumulación excesiva de nitratos en los tejidos vegetales. El uso de abonos nitrogenados provoca la disminución de ácidos esenciales en las proteínas, con un incremento de proteína bruta debido al aumento del nitrógeno no proteico y de aminoácidos no esenciales. También pueden producirse carencias por los efectos antagónicos como consecuencia de la utilización de fertilizantes inorgánicos, causando desequilibrios (ROGER, 1985; CERISOLA, 1989).
- La disminución del contenido en vitaminas o sustancias antioxidantes capaces, de proteger a las células de los efectos oxidantes producidos por los radicales libres y que pueden producir una peor conservación (DITTRICH y LEITZMANN, 1998). El contenido en ácido ascórbico y carotenos presentes en los alimentos ecológicos es significativamente superior a los presentes en los convencionales (LAMPKIN, 1998; FISCHER y RICHTER, 1986).

Las diferencias entre los diferentes parámetros anteriormente descritos, son las responsables de la mayor capacidad y resistencia de los productos ecológicos durante el período de almacenamiento, provocando frente a los frutos convencionales, una menor pérdida de peso total, peso seco y mayor resistencia a la putrefacción (LINDER, 1985; RAIGÓN y col., 2000).

El principal objetivo de este trabajo es el estudio y análisis de la incidencia en la aparición y evolución de alteraciones fisiológicas en los frutos cítricos de las variedades de naranja Navelina y Newhall (*Citrus sinensis*), durante el periodo de conservación a temperatura ambiente, en función del sistema de producción empleado (ecológico o convencional), con el fin de poder establecer un valor añadido a los frutos que influirá en su calidad final y en la repercusión económica colateral.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo los objetivos sobre el estudio de la conservación de los frutos cítricos a temperatura ambiente, se estimaron los niveles, a través de un conteo, de los diferentes grados de pudrición de los frutos cítricos, así como el nivel de necrosamiento de los tejidos de los frutos, durante las diez semanas que duró el ensayo, expresándose los resultados en porcentaje sobre el total. Además se observó el tipo de alteración con mayor incidencia sobre la conservación de los frutos.

Las muestras fueron recolectadas *in situ* en las respectivas parcelas de origen, se recogieron los frutos aleatoriamente de cada árbol seleccionado (eliminando los de las zonas limítrofes a las parcelas), en las cuatro direcciones y del interior y el exterior de la copa, y en el momento óptimo de maduración. Para evitar el efecto cruzado del resto de los factores que influyen sobre el estado del fruto en poscosecha, se eligieron, para la misma variedad, parcelas ecológicas y convencionales lo más próximas posibles, siendo el patrón, sistema de riego, condiciones microclimáticas y clase textural del suelo similares.

Los frutos debidamente recolectados e identificados se transportaron al laboratorio donde se almacenaron homogéneamente distribuidos en idénticos recipientes abiertos, ubicados bajo las mismas condiciones de luz y temperatura.

El estudio comenzó la primera semana del mes de febrero del 2001 y finalizó a finales del mes de abril del mismo año.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las alteraciones fisiológicas detectadas en este estudio se dividen en dos grupos, el nivel de pudrición y el nivel de necrosamiento de los tejidos de los frutos. La pudrición es un proceso de destrucción de la materia viva, se desencadena por una acción incontrolada de las catalasas, desaparecen las membranas celulares y hay una autólisis, después continúa con la acción de bacterias e insectos.

Sobre los frutos cítricos analizados (tanto ecológicos como convencionales) se contabilizaron tres tipos de pudriciones: moho azul (*Penicillium italicum*), moho verde (*Penicillium digitatum*) y podredumbre marrón oscura (*Alternaria sp.*), los dos primeros competitivos sobre el segundo. En la Figura 1 se muestra los dos tipos de mohos del género *Penicillium* en un mismo fruto y en la Figura 2 se observa la podredumbre marrón en uno de los frutos cítricos analizados en el presente estudio.



**Figura 1.** Presencia del moho azul y verde en los frutos cítricos

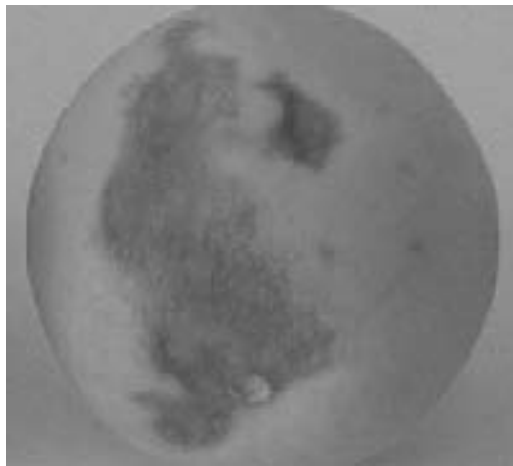
La necrosis detectada, tanto sobre los frutos ecológicos como sobre los convencionales, se corresponde con la muerte celular provocada por la pérdida de humedad en la epidermis de los frutos cítricos (Figura 3).

Los frutos son alimentos perecederos, teniendo un periodo óptimo para la comercialización. Cuando el fruto entra en el período de maduración, se producen múltiples reacciones bioquímicas, asociadas con un incremento respiratorio y con la emisión de etileno, que provoca el paso del fruto inmaduro a fruto maduro (HERRERO y GUARDIA, 1992). La respiración, como proceso vital que es, trae como consecuencia:

- La pérdida de sustancias de reserva.
- Un envejecimiento del producto a medida que las reservas de energía se agoten.
- La pérdida de valor nutritivo.



*Figura 2. Presencia de podredumbre marrón en los frutos cítricos*



*Figura 3. Presencia de necrosis en la corteza en los frutos cítricos*

Los cítricos son unos frutos no climatéricos que se caracterizan por la disminución respiratoria a medida que el fruto se está desarrollando. Al anularse la intensidad respiratoria se produce la senescencia (LOUSSERT, 1992). El efecto del etileno provoca la maceración de los tejidos, con lo que reduce su vida de conservación; también se producen cambios sobre el aroma, llegando incluso a inferir un sabor amargo. Puede llevar a acelerar el crecimiento de los hongos o a incrementar la sensibilidad de los tejidos del fruto a la penetración de las hifas.

Analizando los resultados obtenidos para el nivel de pudriciones (Figura 4) se observa que por variedades, independientemente de la procedencia (ecológica o convencional), la evolución de los frutos de la variedad Navelina tiene un menor nivel de pudriciones respecto que la Newhall. Esta diferencia es considerable hasta que llega el último mes del ensayo, donde niveles de pudrición se acortan hasta igualarse.

La Navelina ecológica evoluciona de una forma sigmoideal, mientras que la convencional lo hace con una doble ese, lo que significa que la aparición de incidencias sobre las naranjas de la variedad Navelina, tiene elevados incrementos por unidad de tiempo, siendo más representativo, en el caso de los frutos convencionales, aunque las diferencias entre los valores de pudrición para la Navelina, en función del tipo de cultivo, son mínimas. En la variedad Newhall, la cultivada bajo técnicas convencionales sigue una linealidad respecto al nivel de pudriciones encontrados, mientras que la producida ecológicamente no sigue una tendencia definida, y aunque el origen sea superior, la pendiente de la curva, para los frutos ecológicos es menor que la de las convencionales, lo que pone en evidencia la menor predisposición a la incidencia de estas alteraciones, en los cítricos ecológicos.

Las dos variedades de cultivo convencional, al final del estudio, tienen un porcentaje mayor de pudriciones que en las variedades ecológicas. Esto puede ser debido a la elevada proporción de agua en los frutos convencionales, respecto a los ecológicos (CERISOLA, 1989), y corrobora los resultados de Linder (1988), al indicar que la aplicación de fertilizantes minerales utiliza-

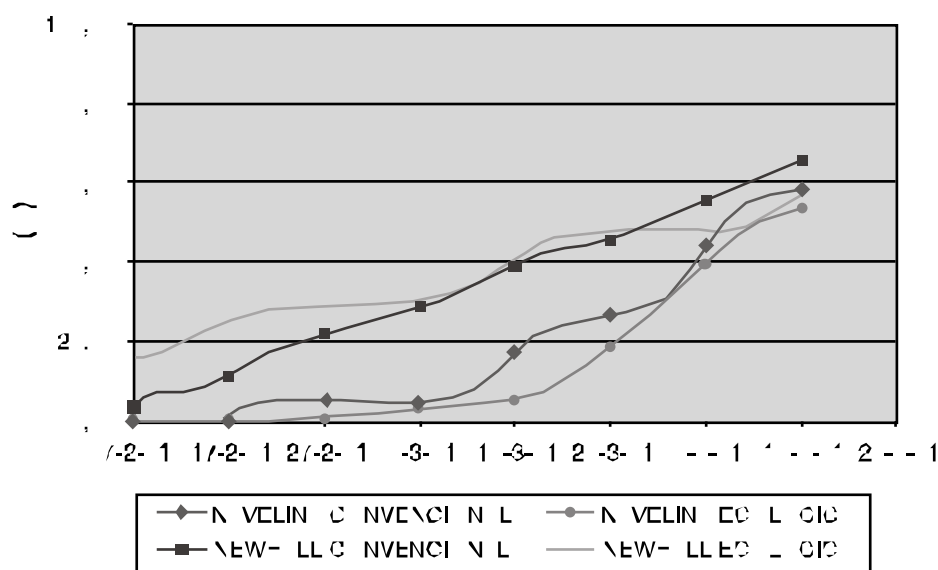


Figura 4. Variación en el tiempo de los niveles de pudrición (%) de los frutos, por variedad y tipo de cultivo

dos en las técnicas de producción agrícola convencional, reducen la capacidad de almacenamiento, al aparecer mayor nivel de pudriciones en las frutas y verduras. Así, el contenido en agua de los alimentos frescos aumenta de forma importante con el uso de fertilizantes químicos, en un porcentaje que puede variar entre el 5% y 30% ([www.criecv.fis.uji.es](http://www.criecv.fis.uji.es)). Soler Sangüesa y col. (2001) en un trabajo llevado a cabo sobre las mismas variedades cítricas, encuentran que las cortezas de las naranjas ecológicas tienen un mayor contenido mineral (expresado como cenizas, sobre el total), así como mayor contenido de materia seca en la corteza y menor contenido en humedad, lo que confirma la menor actividad enzimática en la piel de estos frutos.

El nivel de necrosis en los cuatro tipos de frutos cítricos sigue una misma tendencia de evolución (Figura 5), aunque con distintos valores. Esta forma se puede dividir en cuatro partes: en la primera se observa un aumento lineal, producido durante la semana inicial de estudio; la segunda parte, que comprende al periodo de un mes, se caracteriza por un estancamiento en la aparición de necrosis, en la tercera parte aumenta el nivel de forma muy pronunciada y en la última etapa se estabiliza de nuevo. Este tipo de tendencia recuerda a una evolución sigmoïdal.

Con respecto a las variedades, los frutos de Navelina presentan mayor incidencia de necrosis en sus tejidos, prácticamente durante todo el tiempo de estudio. Para esta misma variedad, se observa que los frutos de producción convencional tienen valores superiores en todo momento. Para los frutos de la variedad Newhall, los de producción ecológica representan una mayor incidencia en la aparición de necrosis, aunque estas diferencias se minimizan a medida que se incrementa el tiempo del estudio, no siendo estadísticamente significativas.

Estos resultados ponen de manifiesto que la velocidad de respiración y la actividad enzimática, durante el período de postcosecha, en los frutos de producción ecológica es más baja, lo que repercute en una disminución de las pérdidas de los productos frescos durante los períodos de almacenamiento.

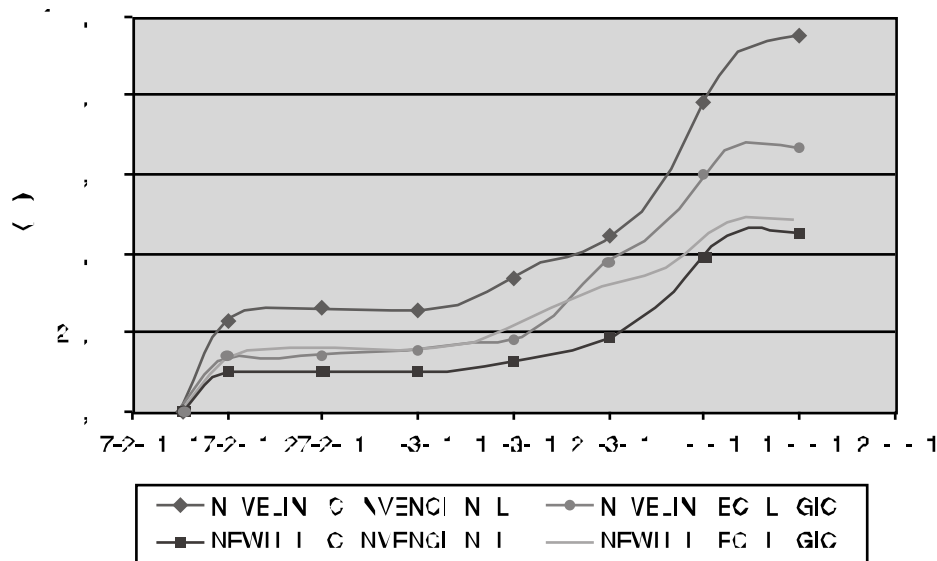


Figura 5. Variación en el tiempo de los niveles de necrosis (%) de los frutos por variedad y tipo de cultivo

## CONCLUSIONES

La evolución en el nivel de pudriciones en las naranjas Newhall y Navelina procedentes de cultivo convencional es mayor, sobre todo, a medida que se incrementa el período de conservación.

La incidencia de necrosis en las cortezas de naranjas convencionales de la variedad Navelina, es significativamente superior al encontrado para los frutos ecológicos. Las incidencias para la variedad Newhall son no significativas.

Los procesos relacionados con la capacidad de almacenamiento de los frutos cítricos, es decir, con la velocidad de respiración y la actividad enzimática a temperatura ambiente, son menores en los frutos de producción ecológica, lo que indica que las pérdidas durante este período son menores cuando se practican técnicas de producción ecológicas en cítricos, aumentando la calidad final que se ofrece para estos productos.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAE-CV, Comité de Agricultura ecológica de la Comunidad Valenciana. (2000). Agricultura ecológica, sistema de control C.E.E., CAPA, 1: 1-5.
- CERISOLA, C. (1989). Lecciones de agricultura biológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 116 pp.
- DITTRICH, K.; LEITZMANN, C. (1998). Los alimentos bioactivos. Editorial Integral. Barcelona. 111 pp.
- HERRERO, A.; GUARDIA, J. (1992). La respiración. En: Conservación de frutos, manual técnico. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 59-112.
- LAMPKIN, N. (1998). Agricultura ecológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 726 pp.
- LINDER, U. (1985). Alternative im Erwerbsgemüsebau Gemüse En: Alternativer Anbau, 21: 412-418.
- LOUSSERT, R. (1992). Los agrios. 1ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid: 27-44.
- RAIGÓN, M. D.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A.; VIDAL, E.; CAROT-SIERRA, J. M. (2000). Estudio de la conservación de la col china (*Brassica pekinensis*) cultivada ecológicamente. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Córdoba. Septiembre de 2000.
- ROGER, J.M. (1985). El suelo vivo: manual práctico de la agricultura. Cuaderno de Integral, 5: 1-137.
- SOLER SANGÜESA, D.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A. (2001). Comparación de los parámetros de calidad en variedades citrícolas ecológicas y convencionales. Trabajo final de carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. 157 pp.
- WALJI, H. (1996). Vitamina C. Editorial Martínez Roca. Barcelona. 126 pp.
- <http://criecv.fis.uji.es>